

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-199832

(43)Date of publication of application : 18.07.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/32
G23F 4/00
H01L 21/3065
H01L 21/31

(21)Application number : 11-001160

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 06.01.1999

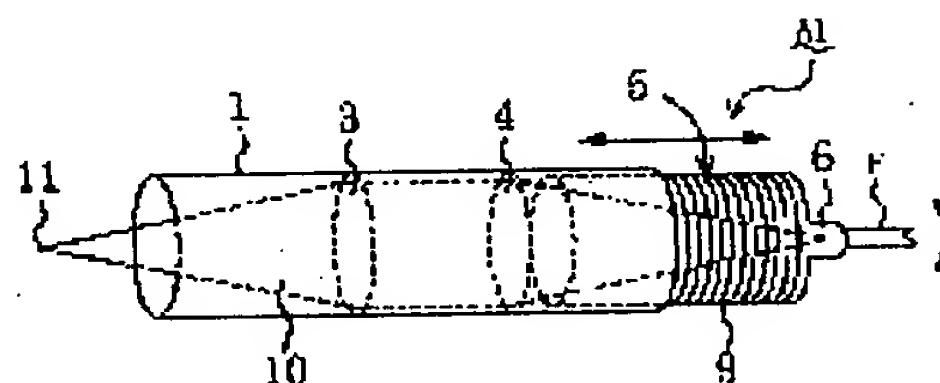
(72)Inventor : ERIGUCHI KOUJI

(54) OPTICAL FIBER SUPPORTING DEVICE AND SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical fiber supporting device for monitoring, which is simple and high in condensing ability, and a semiconductor device manufacturing device.

SOLUTION: The optical fiber supporting device A1 is provided with a lens holder 1 housing optical lenses 3, 4 and an optical fiber fixing part 5 provided with a fiber coupler 6 for holding the end part of an optical fiber F at its tip. A screw groove 9 to be engaged with a male screw formed on a cylindrical surface inside of the holder 1 is formed on a cylindrical surface outside of the part 5. It is possible to make the focal position of the lens 4 coincide with the end surface of the fiber F while making the optical axes of the lenses 3, 4 and the center of the fiber F coincide with each other by relatively rotating the holder 1 and the part 5. Optical observation can be executed by using this device A1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-199832

(P2000-199832A)

(43) 公開日 平成12年7月18日 (2000.7.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 B	6/32	G 0 2 B 6/32	2 H 0 3 7
C 2 3 F	4/00	C 2 3 F 4/00	F 4 K 0 5 7
H 0 1 L	21/3065	H 0 1 L 21/31	B 5 F 0 0 4
	21/31	21/302	E 5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-1160

(22) 出願日 平成11年1月6日 (1999.1.6)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 江利口 浩二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100077931

弁理士 前田 弘 (外1名)

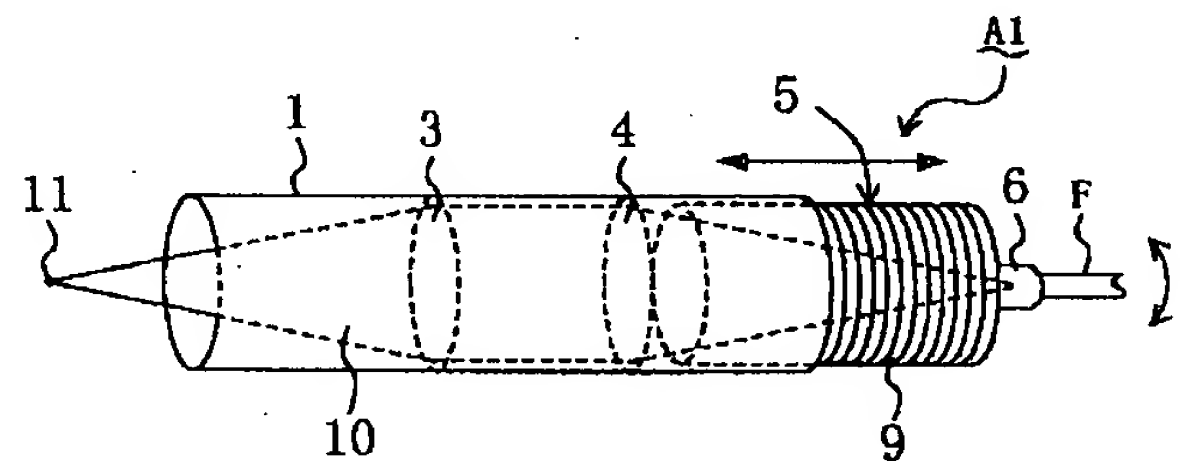
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバー支持装置及び半導体装置の製造装置

(57) 【要約】

【課題】 簡便で集光能力の高いモニタリング用の光ファイバー支持装置及びこれを備えた半導体装置の製造装置を提供する。

【解決手段】 光ファイバー支持装置A1は、光学レンズ3、4を収納するレンズホルダー1と、光ファイバーFの端部を保持するためのファイバークラッパ6を先端に設けてなる光ファイバー固定部5とを備えている。光ファイバー固定部5の外側の円筒面には、レンズホルダー1の内側の円筒面に形成された雄ネジに係合するネジ溝9が形成されている。レンズホルダー1と光ファイバー固定部5とを相対的に回転させることにより、光学レンズ3、4の光軸と光ファイバーFの中心とを一致させながら、光学レンズ4の焦点位置を光ファイバーFの端面に一致させることが可能に構成されている。この光ファイバー支持装置A1を利用して、インラインでの光学的観測を行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 円筒面の少なくとも一部にネジが形成された円筒状ホルダーと、
上記円筒状ホルダーの内部に収納された少なくとも1つの光学レンズと、
円筒面の少なくとも一部に形成された上記円筒状ホルダーのネジに係合するネジと光ファイバーの端部を固定する機能とを有する円筒状支持部材とを備え、
上記円筒状ホルダーと上記円筒状支持部材とを相対的に回転させることにより上記光学レンズの焦点位置を上記光ファイバーの端面に一致させることが可能に構成されていることを特徴とする光ファイバー支持装置。

【請求項2】 請求項1記載の光ファイバー支持装置において、
上記円筒状ホルダーは、光学フィルターを着脱可能に支持する機構を有することを特徴とする光ファイバー支持装置。

【請求項3】 請求項1又は2記載の光ファイバー支持装置において、
上記円筒状ホルダーには、2つの凸状の光学レンズが収納されており、上記2つの光学レンズのうち一方の光学レンズにより受けた光を平行光線にするとともに他方の光学レンズにより上記平行光線を焦点位置に集光させるように構成されていることを特徴とする光ファイバー支持装置。

【請求項4】 ウエハを処理するための容器と、
上記容器から出る光を観測するための観測手段と、
上記容器から出る光を上記観測手段まで案内するための光導出用光ファイバーと、
上記容器の一部に取り付けられ、上記光導出用光ファイバーを支持するための光導出用光ファイバー支持装置とを備え、
上記光導出用光ファイバー支持装置は、
円筒面の少なくとも一部にネジが形成された円筒状ホルダーと、
上記円筒状ホルダーの内部に収納された少なくとも1つの光学レンズと、
円筒面の少なくとも一部に形成された上記円筒状ホルダーのネジに係合するネジと光ファイバーの端部を固定する機能とを有する円筒状支持部材とを有し、
上記円筒状ホルダーと上記円筒状支持部材とを相対的に回転させることにより上記光学レンズの焦点位置を上記光導出用光ファイバーの端面に一致させることが可能に構成されていることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項5】 請求項4記載の半導体装置の製造装置において、
測定用光を発生する光発生手段と、
上記測定光を上記容器内に案内するための光導入用光ファイバーと、

上記光導入用光ファイバーを支持するための光導入用光ファイバー支持装置とをさらに備え、
上記光導入用光ファイバー支持装置は、
円筒面の少なくとも一部にネジが形成された円筒状ホルダーと、
上記円筒状ホルダーの内部に収納された少なくとも1つの光学レンズと、
円筒面の少なくとも一部に形成された上記円筒状ホルダーのネジに係合するネジと光ファイバーの端部を固定する機能とを有する円筒状支持部材とを有し、
上記円筒状ホルダーと上記円筒状支持部材とを相対的に回転させることにより上記光学レンズの焦点位置を上記光導入用光ファイバーの端面に一致させることが可能に構成されていて、
上記光導出用光ファイバー支持装置は、上記光導入用光ファイバー支持装置から上記容器内に導入された測定光が上記容器から出る位置に取り付けられていることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項6】 請求項5記載の半導体装置の製造装置において、
上記光導入用光ファイバー支持装置と上記光導出用光ファイバー支持装置とを球面上で保持するための球面部材をさらに備えていることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項7】 請求項5記載の半導体装置の製造装置において、
上記球面部材は、上記光導入用光ファイバー支持装置と上記光導出用光ファイバー支持装置とを球面上で互いに反対方向に同じ量だけ連動して移動させることが可能に構成されていることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項8】 請求項5記載の半導体装置の製造装置において、
上記ウエハに間欠的に励起光を導入するための励起光供給手段をさらに備え、
上記観測手段は、上記ウエハに励起光が照射されているときと照射されていないときにおける上記測定光の反射率を観測するものであり、
上記観測手段の観測結果に基づいて上記ウエハの被測定部の特性を光変調反射率分光法によって評価することが可能に構成されていることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項9】 請求項4～8のうちいずれか1つに記載の半導体装置の製造装置において、
上記容器は、ウエハに処理を施すための複数の処理室を含む空間を大気から遮断した雰囲気に維持するように取り囲む共通容器であり、クラスタリングされていることを特徴とする半導体装置の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造装置に係り、特に半導体製造装置の製造工程中で光学的評価を行うためのモニタリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体集積回路の高集積化の進展に伴い、MOSデバイスにおいても構成要素であるトランジスタ等の素子の微細化、高性能化が要求されている。ただし、トランジスタ等の素子の微細化によってデバイス全体の信頼性が損なわれてはならない。そこで、トランジスタ等の素子を構成する各要素の微細化と信頼性の向上とが併せて求められている。

【0003】ところで、半導体装置の微細化と信頼性とを併せて実現するためには、今後、半導体装置の製造プロセスの良否をインラインで評価することが必要不可欠になると考えられる。その場合、光学的評価方法は非破壊検査であり、しかも製造プロセスを行なうための反応室の内部を簡易に観察できる方法である。従って、光学的評価方法は、製造プロセスのモニタリング手段としてきわめて有力な手段となりうる。

【0004】例えば、光変調反射率分光は、半導体領域に励起光を間欠的に照射しながら、測定光の反射率の変化を検出することにより、半導体領域の特性を評価する方法である。具体的には、励起光が照射されているときの反射率と励起光が照射されていないときの反射率との差に基づいて、この反射率の変化割合のスペクトル形状から半導体領域内の特性についての情報が得られる。そして、このような光学的評価を利用することにより、ドライエッチング、熱処理などの各種処理の適否を判定したり、プロセスの制御を行なうことが可能となる。光反射率分光のような光学的測定は、測定光や励起光をウェハの所定の被測定部に照射して、きわめて高感度かつ雑音のできるだけ小さい信号を得る必要があるので、機構的にも高精度の光学的測定装置が必要となる。

【0005】また、チャンバー内のプラズマ発光の変化からエッチング終点を検出したり、チャンバーの窓に付着した堆積物による赤外線吸収率などからチャンバーのメンテナンス時期などを判断する際にも、感度の高い光学的観測を行う手段が求められる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来、光学的測定に用いられている光学系は、オプティカルベンチ上に、光源、平行光線形成用光学レンズ、微小点に光束を絞るための光学レンズ、位相板（偏光板）などを配置したものであって、実験室的にはともかく半導体装置の製造プロセスで用いるには適していない。特に、最近のように製造装置自体が集約されたスペースにコンパクト化されて配置されるようになると、光学的測定装置を設置するためのスペースはきわめて限定されている。また、一般に光学系の光軸合わせなどの作業には熟練と多大の時間とを要する。従って、上記従来のような光学系

をそのまま製造ラインでのモニタリングに使用することは現実には困難である。

【0007】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、光ファイバーを利用しながら、光ファイバーと光学的観測を行おうとするチャンバとの接合部における光学系をコンパクトかつ高精度に構成しうる手段を講ずることにより、インラインでの光学的モニタリングに適した光ファイバー支持装置及び半導体装置の製造装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の光ファイバー支持装置は、円筒面の少なくとも一部にネジが形成された円筒状ホルダーと、上記円筒状ホルダーの内部に収納された少なくとも1つの光学レンズと、円筒面の少なくとも一部に形成された上記円筒状ホルダーのネジと係合するネジと光ファイバーの端部を固定する機能とを有する円筒状支持部材とを備え、上記円筒状ホルダーと上記円筒状支持部材とを相対的に回転させることにより、上記光学レンズの焦点位置を上記光ファイバーの端面に一致させることが可能に構成されている。

【0009】これにより、集光や平行光線形成のために必要な光学系を円筒ホルダー内に収納することができ、そして、円筒ホルダーと円筒状支持部材との相対的な回転によって、光ファイバーの端面位置に光学レンズの焦点位置を合わせるなどの作業の際に、光ファイバーの中心と光学レンズの光軸とのずれはほとんど生じないので、光軸合わせに熟練や長時間の作業は不要となる。そして、光ファイバーの端面から放射状に出るレーザー光などの光を平行光線として容器内に導入したり、容器内の微小点（例えばウェハの被測定部）に集光して照射することが可能となる。逆に、容器内の一部位からの放射光線や平行光線を効率よく集めて光ファイバーに送り込むことも可能となる。

【0010】従って、簡素な構造でありながら、光ファイバーを利用した光学的観測を高感度で行なうことが可能になる。

【0011】上記光ファイバー支持装置において、上記円筒状ホルダーは、光学フィルターを着脱可能に支持する機構を有することが好ましい。

【0012】上記光ファイバー支持装置において、上記円筒状ホルダーに2つの凸状の光学レンズを収納し、上記2つの光学レンズのうち一方の光学レンズにより受けた光を平行光線にするとともに他方の光学レンズにより上記平行光線を焦点位置に集光させることにより、光ファイバーから出た光を集光し、あるいは一部位から放射される光を光ファイバーに効率よく送り込むことが可能になる。

【0013】本発明の半導体装置の製造装置は、ウェハを処理するための容器と、上記容器から出る光を観測するための観測手段と、上記容器から出る光を上記観測手

段まで案内するための光導出用光ファイバーと、上記容器の一部に取り付けられ、上記光導出用光ファイバーを支持するための光導出用光ファイバー支持装置とを備え、上記光導出用光ファイバー支持装置は、円筒面の少なくとも一部にネジが形成された円筒状ホルダーと、上記円筒状ホルダーの内部に収納された少なくとも1つの光学レンズと、円筒面の少なくとも一部に形成された上記円筒状ホルダーのネジと係合するネジと光ファイバーの端部を固定する機能とを有する円筒状支持部材とを有し、上記円筒状ホルダーと上記円筒状支持部材とを相対的に回転させることにより、上記光学レンズの焦点位置を上記光導出用光ファイバーの端面に一致させることが可能に構成されている。

【0014】これにより、上述のような小型化された構造でありながら高い感度で光学的な観測が可能な光ファイバー支持装置を利用して、半導体装置の製造工程中のインラインでの光学的観測を行うことが可能になる。

【0015】上記半導体装置の製造装置において、測定用光を発生する光発生手段と、上記測定光を上記容器内に案内するための光導入用光ファイバーと、上記光導入用光ファイバーを支持するための光導入用光ファイバー支持装置とをさらに備え、上記光導入用光ファイバー支持装置に、円筒面の少なくとも一部にネジが形成された円筒状ホルダーと、上記円筒状ホルダーの内部に収納された少なくとも1つの光学レンズと、円筒面の少なくとも一部に形成された上記円筒状ホルダーのネジと係合するネジと光ファイバーの端部を固定する機能とを有する円筒状支持部材とを設けて、上記円筒状ホルダーと上記円筒状支持部材とを相対的に回転させることにより、上記光学レンズの焦点位置を上記光導入用光ファイバーの端面に一致させることが可能に構成し、上記光導出用光ファイバー支持装置を、上記光導入用光ファイバー支持装置から上記容器内に導入された測定光が上記容器から出る位置に取り付けることができる。

【0016】これにより、インラインでの測定光の反射率や吸収率などの光学的観測が可能になる。

【0017】上記半導体装置の製造装置において、上記光導入用光ファイバー支持装置と上記光導出用光ファイバー支持装置とを球面上で保持するための球面部材をさらに設けることにより、測定光の焦点位置を変化させずに、2つの光ファイバー支持装置同士の開き具合を微細に調整することが可能になり、光学的観測を行う際の作業性が向上する。

【0018】上記半導体装置の製造装置において、上記球面部材を、上記光導入用光ファイバー支持装置と上記光導出用光ファイバー支持装置とを球面上で互いに反対方向に同じ量だけ連動して移動させることが可能に構成することにより、光学的観測を行なう際の作業性がさらに向上する。

【0019】上記半導体装置の製造装置において、上記

ウエハに間欠的に励起光を導入するための励起光供給手段をさらに備え、上記観測手段を、上記ウエハに励起光が照射されているときと照射されていないときとにおける上記測定光の反射率を観測するものとし、上記観測手段の観測結果に基づいて上記ウエハの被測定部の特性を光変調反射率分光法によって評価することが可能に構成することもできる。

【0020】上記半導体装置の製造装置において、上記容器を、ウエハに処理を施すための複数の処理室を含む空間を大気から遮断した雰囲気に維持するように取り囲む共通容器として、クラスタリングしておくことにより、ウエハを大気から遮断して表面上への汚れや自然酸化膜の形成を抑制しつつ一連の処理を行なう際にも、クラスタリングされた製造装置の優位性を損ねることなく、インラインでの光学的観測を行うことができる。

【0021】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態に係る光導出用の光ファイバー支持装置A1の内部構造を示す断面図である。図2は、上記光ファイバー支持装置A1の外観構造を概略的に示す斜視図である。以下、図1及び図2を参照しながら、本実施形態に係る光ファイバー支持装置A1について説明する。

【0022】図1及び図2において、1は内径が約20mmの円筒状のレンズホルダー部、2は光学フィルター、3は光源11から出た放射状の光線10を平行光線にするための第1の光学レンズ、4は平行光線を集光するための第2の光学レンズ、5は光ファイバー固定部、6は光ファイバー固定部5に装着されたファイバーカップラー、7は第1の光学レンズ3を固定するためのリング、8は第1の光学レンズ3と第2の光学レンズ4との距離を一定に保つとともに第2の光学レンズ4を固定するための円筒状の固定用部材である。そして、レンズホルダー部1及び光ファイバー固定部5を合わせた長さは、約100mmを中心として両者の相対的な回転に応じて調整できるように構成されている。

【0023】また、図2に示すように、光ファイバー固定部5の外側円筒面には雄ネジ9が形成されている。一方、図示していないが、レンズホルダー部1の内側円筒面にも雌ネジが形成されており、この雌ネジと光ファイバー固定部5の雄ネジ9とが互いに係合するように構成されている。そして、光ファイバー固定部5とレンズホルダー部1とを相対的に回転させることにより、第2の光学レンズ4とファイバーカップラー6との距離を調整できるようになっている。すなわち、第2の光学レンズ4の焦点位置を光ファイバーの基端面に一致させて、光源11から出た光線10を光ファイバーに無駄なく集光させることが可能に構成されている。また、固定用部材8及びリング7の外側円筒面にも雄ネジが形成されていて、第1の光学レンズ3の位置を調整できるように構成

されている。

【0024】図2に示す光ファイバー支持装置A1は、光導入用の光ファイバー支持装置として使用することも当然に可能である。その場合には、光ファイバーFの先端側に光源が設置された状態となり、第2の光学レンズ4により、光ファイバーFの基端面から放射される光を平行光線にして、第1の光学レンズ3により平行光線を集光して、被測定部に測定光を微小光束で照射するように、各部の寸法を設定することができる。光源がレーザー光を発光するものであっても、レーザー光は光ファイバーを通過した後光ファイバーの外に出たときに広がる性質がある。そこで、本実施形態に係る光ファイバー支持装置A1を、レーザー光を発光する光源で発生された測定光を導入するための光ファイバー支持装置としても、上述と同様の効果を発揮することができる。

【0025】上述のように、本実施形態の光ファイバー支持装置A1によると、光学レンズの光軸Oaxを光ファイバーFの中心に合わせるいわゆる光軸合わせのために格別の作業を行なう必要はなく、かつ、従来のオプティカルベンチを用いた光学系に比べ、光学系の構造を簡素化することができる。しかも、このような光ファイバー支持装置A1は、光学系が共通の円筒状部材内に集約して収納されているので、クラスタリングされた製造装置などの極めて限られたスペースしかない製造装置にも容易に取りつけることができる。

【0026】また、光ファイバー固定部5の外側の円筒面に雄ネジ9が形成され、レンズホルダー部1の内側の円筒面にはこれに係合する雌ネジが形成されているので、第2の光学レンズ4の位置とファイバーカップラー6とを容易に調整して、第2の光学レンズ4の焦点位置を光ファイバーFの基端面に一致させることができる。

【0027】なお、光ファイバー固定部5の外側の円筒面における雄ネジ9や、レンズホルダー部1の内側の円筒面における雌ネジを設けずに、両者を相対的にスライドする筒状の部材とし、レンズホルダー部1の円筒部に垂直な止めネジを設けて、この止めネジで光ファイバー固定部5を止める方法もありうる。しかし、そのような方法では、止めネジで固定するとき内側の光ファイバー固定部5がレンズホルダー部1の光軸に対して傾くために、両者の光軸を合わせるために特別の作業が必要となる。それに対し、本実施形態の方法では、光ファイバー固定部5とレンズホルダー部1とを相対的に回転させているだけなので、両者間における機械的な光軸中心のずれがなくなる。そして、かかる光軸中心のずれがないので、焦点合わせを容易かつ高精度で行なうことが可能になる。

【0028】その結果、本実施形態の光ファイバー支持装置A1において、図1に示す光源11の位置をプラズマを発生している反応装置（チャンバ）内の被測定部に合わせ、光ファイバーFの先端にフォトマルを設置し

て、被測定部からの光線の強度を測定するようにした場合、つまり半導体製造装置におけるモニタリングに用いた場合には、光ファイバーとファイバーカップラーのみの機構に比べ、格段に集光能力が上昇する。我々の観測では、Arプラズマを100mTorr、300WでRF放電させて行なった際に、Arプラズマで発生する光を受けるフォトマルの電圧が相対的に5倍以上に上昇した。

【0029】なお、光学測定においては、レンズ径を大きくすれば十分な光量を得ることが可能ではあるが、過剰な光量は必要なく、本発明の光ファイバー支持装置A1で、十分な光量は得られ、かつサイズも小さくできる。

【0030】また、本実施形態における光ファイバー支持装置A1に、光学フィルターなどを支持する機構をさらに設けることで、特定の波長領域での信号入手や分光が容易になる。

【0031】なお、本実施形態に係る光ファイバー支持装置A1には2つの凸レンズを配設したが、本発明はこのような形態に限定されるものではなく、3つ以上の光学レンズ又は単一の光学レンズを配置してもよい。また、光ファイバー支持装置A1内には、凸レンズだけでなく凹レンズが含まれていてもよいものとする。

【0032】さらに、光ファイバー固定部5の径をレンズホルダー部1の径よりも大きくして、光ファイバー固定部5の内側の円筒面に雌ネジを、レンズホルダー部1の内側の円筒面に雄ネジをそれぞれ設けて、両者を互いに係合させるように構成しても、本実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0033】（第2の実施形態）次に、第2の実施形態について説明する。図3は、第2の実施形態に係るプラズマ加工装置の構成を示す縦断面図である。図3において、各符号は各々以下の要素を示す。21は縦型円筒状のチャンバー、22は被加工物であるポリシリコン膜が堆積されたLSI用ウエハ、23は高周波電源（例えば13.56MHz工業用電源）、24はカップリングコンデンサ、25はウエハ取付部としても機能するカソード電極、26はアノード電極、27はチャンバー21の側部に設けられたモニター用の石英窓をそれぞれ示す。上記チャンバー1により囲まれた閉空間が反応室Rreである。そして、第1の実施形態で説明した光ファイバー、光学レンズなどが設けられた光ファイバー支持装置A1がチャンバー21の側面に取り付けられている。また、30は反応室Rre内に形成されるプラズマ領域、32は光ファイバー支持装置A1からの光を案内するための光ファイバー、33はプラズマからの発光Lumを検出、分析（分光）するための光検出・解析装置を示す。

【0034】本実施形態のプラズマ加工装置において、まず、エッチングガスであるHBrガス、Cl₂ガスをチャンバー1内に導入し、圧力100mTorrで放電さ

せることで、チャンバー21内にプラズマ領域30が形成される。この時に印加する電力は200Wである。プラズマ領域30が形成されると、エッチング剤として機能する活性種がウェハ22のポリシリコン膜に入射する。この活性種とウェハ22の表面上の物質とが反応してできたエッチング副生成物などがプラズマ領域30にもどる。

【0035】図4は、ポリシリコン膜のプラズマエッチング加工におけるBr-Br結合に由来すると考えられる波長470.5nmの発光強度の時間変化をモニターした結果を示す図である。同図において、横軸はエッチング時間(秒)を表し、縦軸は発光強度(相対値)を表している。最初の1枚目の場合、同図の実線D₁に示すように、エッチング終了時点で明確な発光強度の増大を示している。これは、ポリシリコン膜が完全に除去される前は、ポリシリコン膜から発生したSiと、HBrから生成されたBrとが反応するために、Br-Br結合を有する物質はプラズマ中ではほとんど存在しないが、ポリシリコン膜が完全に除去されると、Br-Br結合が多くプラズマ中に存在するようになるからである。そこで、この波長470.5nmの発光L_{um}の強度が急激に増大する点を検出できれば、エッチング終点の検出は容易である。ところが、1000枚のウェハの処理を行なった後には、同図の点線D'₁₀₀₀に示すように、明確な発光強度の増大を示しておらず、エッチング終了時期の判定が困難となる。これは、プラズマ領域30からの発光L_{um}を十分集光しきっていないために、発光強度の感度が低下したことに起因する。そこで、従来は、メンテナンスや発光強度の時間変化の解析のアルゴリズムを駆使して、その判定を行っている。しかしながら、このような方法では、稼働率、精度などにおいて問題があった。

【0036】それに対し、本実施形態のプラズマ加工装置においては、光ファイバー支持装置A1を利用して、プラズマ領域30からの発光L_{um}を広い範囲から集光できるので、プラズマの状態を効率よく高精度に観測できる。すなわち、図4の破線D₁₀₀₀に示すように、1000枚のウェハ処理後においても、エッチング終点を示す発光強度の変化量が大い。したがって、発光L_{um}を検出している信号の強度の変化を大きく捕らえることができ、かつ十分なロット数まで観測することができるという効果を発揮することができる。さらには、石英窓27の内側の表面への堆積物による吸収によって発光レベルが全体的に低下することから、メンテナンス時期の判断も正確に行えるようになった。

【0037】本実施形態のプラズマ加工装置によると、狭いスペースに取り付けが可能で、しかも光軸合わせに熟練を要しない光ファイバー支持装置A1をプラズマ加工の終了時期を判定するためのモニターとして利用することにより、作業性、測定精度、測定感度、コンパクト

性などの点でインプロセスにおけるモニタリングに最適な機能を備えることができる。

【0038】(第3の実施形態)次に、本発明の第3の実施形態について説明する。図5は、第3の実施形態に係るプラズマ加工装置の縦断面図である。同図において、図3に示す部材と同じ部材には図3中の符号と同じ符号を付して、その説明を省略する。

【0039】ここで、本実施形態では、赤外線発生装置34と、赤外線発生装置34で発生された赤外線を案内するための光ファイバー35と、光ファイバー35を支持するための第1の光ファイバー支持装置A2と、チャンバー21内を通過した赤外線Infを案内するための光ファイバー36と、光ファイバー36を支持するための第2の光ファイバー支持装置A3とを備えている。ただし、各光ファイバー支持装置A2、A3は、それぞれ石英窓28、27の上に装着されている。

【0040】ここで、本実施形態においては、一方の石英窓28から導入した赤外線Infが各石英窓28、27の上に堆積したデポ膜Depを通過することにより受ける吸収量を測定することにより、チャンバー21のメンテナンス時期やプラズマ加工条件の適否などをモニターするようにしている。

【0041】図6は、本実施形態で用いた光ファイバー支持装置A2、A3の構造を示す断面図である。同図に示すように、本実施形態に係る光ファイバー支持装置A2、A3は、図1に示す光ファイバー支持装置A1中の第1の光学レンズ3やリング7を除いた構造となっている。第1の光ファイバー支持装置A2においては、光学レンズ4により、光ファイバー35から放射される赤外線Infが平行光線に変えられてチャンバー21内に導入される。一方、第2の光ファイバー支持装置A3においては、光学レンズ4により、チャンバー21から平行光線となって出てくる赤外線Infが光ファイバー36の基端面に集光される。

【0042】ただし、本実施形態においても、各光ファイバー支持装置A2、A3内に2つの光学レンズを配置して、第1の実施形態と同様の作用を行なわせてもよい。その場合、第1の光ファイバー支持装置A2により、いったん平行光線にした赤外線をチャンバー21内の一部位に集光させ、第2の光ファイバー支持装置A3により、いったん平行光線にした赤外線を光ファイバー36に集光させることになる。また、各光ファイバー支持装置A2、A3内に3つ以上の光学レンズを配置してもよいことはいうまでもない。

【0043】本実施形態によると、プラズマ加工装置による半導体装置の製造工程において、赤外線吸収分光を行なう際にも、光学系を組み込んだ光ファイバー支持装置A2、A3を用いて、容易にプラズマ加工のモニタリングを行なうことができる。特に、赤外線吸収分光の測定の場合、一般的に入光側と出光側との光軸合わせが面

倒であるが、本実施形態の構造を利用することにより、かかる光軸合わせに際して面倒な手間は不要となる。

【0044】（第4の実施形態）次に、第4の実施形態について説明する。図7は、第4の実施形態に係る半導体製造装置の一部である光学的測定用チャンバー50の断面図である。本実施形態における光学的測定用チャンバー50は、後述するように、クラスタリングされた製造装置に配置されて、光変調反射率分光を行なうことが可能に構成されていることを前提としている。光学的測定用チャンバー50内には、ウェハ41と、ウェハ41を載置するためのウェハ台42とが配置されている。チャンバー40の天井面には石英窓44が設けられており、石英板44の上に、光ファイバー支持装置46、47、48を設置するための球面部材45が載置されている。ここで、上記各光ファイバー支持装置46～48は、いずれも上記第1の実施形態における図1に示す構造を有している。上記球面部材45において各光ファイバー支持装置46、47が移動するためのスライド面の曲率半径は、ウェハ41の被測定部を中心とする球の半径にほぼ一致するように構成されている。

【0045】図8は、本実施形態に係るクラスタリングされた半導体装置の製造装置の構成を模式的に示すブロック図である。同図において、51は洗浄用チャンバ、52は高速酸化用（Rapid Thermal Processing）チャンバ、53はロードロック室、54はウェハ冷却用チャンバ、55はウェハロード・アンロード部をそれぞれ示す。すなわち、ロードロック室53及びこれに房のように取り付けられた各チャンバ50、51、52、54、55が、大気から遮断された減圧雰囲気下の空間を取り囲む共通容器として機能しており、いわゆるクラスタリングされた製造装置となっている。例えば、酸化膜の形成工程においては、ウェハは洗浄用チャンバ51で洗浄された後、引き続いて高速酸化用チャンバ52で酸化されることになる。その際、ウェハの洗浄工程で、ウェハ上の自然酸化膜は除去される。また、ロードロック室53はウェハの搬送を最適化して処理するように構成されており、内部は減圧されている。そのため、洗浄工程を終了した後にも、ウェハ表面が大気暴露などにより酸化されることはない。そして、光学的測定用チャンバ50がクラスタリングされた製造装置の共通空間内に配置されていて、この光学的測定用チャンバ50には、励起光用光源57（Arイオンレーザ）と、測定光用光源58（150WのXeランプ）と、測定光の反射光の強度を検出するための光検出器59と、各々測定光用光源58、光検出器59及び励起光用光源57と光学的測定用チャンバ50との間における光の誘導路となる光ファイバー61、62、63と、光変調反射率分光による測定の際の機器の制御やデータの算出、解析などを行なうための制御・解析システム60とが配設されている。光ファイバー支持装置48に誘導される励起光は500Hz

に変調されており、ウェハの半導体領域の表面を変調しその時の反射率の変動を観測するしくみになっている。この光変調反射率分光（参考文献：例えばA. Fujimotoら、Jpn. J. Appl. Phys. vol. 34、p. 804、1995）により、ウェハ表面状態を正確に評価することが可能である。

【0046】図9は、球面部材45の立体構造を示す斜視図である。同図に示すように、球面部材45には、光ファイバー支持装置46、47が可動できるように、可動部49が設けられている。その場合、図示しないが、各光ファイバー支持装置46、47に取り付けられた2つのラックと、球面部材45の中央に取り付けられたピニオンとを係合させるようにした周知の構造により、各光ファイバー支持装置46、47が互いに連動して逆方向に移動し、その移動後の位置において各光ファイバー支持装置46、47の中央部からの傾き角 θ が常に互いに等しくなるように構成されている。さらに、球面部材45全体を光学的測定用チャンバー50の石英窓44の上で2次元的に移動して、被測定領域を選択できるように構成されている。上述の各部の運動は遠隔制御により行なわせることが可能に構成されている。このような構造により、ウェハ表面の微小領域に測定光を集光させた後、反射測定光を確実に検出できるように構成されている。

【0047】なお、各光ファイバー支持装置46、47の取り付け部における球面部材45の球面の法線に対して各光ファイバー支持装置46、47を微細に傾けることも可能になされている。この傾きによって、ウェハ41の被測定部における測定光の焦点位置を縦方向に調整することができる。なお、図1に示す光ファイバー支持装置A1におけるリング7及び固定用部材8によって第1の光学レンズ3の位置を調整することができるので、図1に示す第1の光学レンズ3に相当する各光ファイバー支持装置46、47中の光学レンズ（図示せず）の焦点位置をウェハ41の被測定部に合わせることは容易である。

【0048】従来の光学系では、上述のように広い物理的な空間を必要としていたが、本実施形態における光ファイバー支持装置46～47及び球面部材45を用いることにより、必要な空間を小さくすることができる。従って、クラスタリングされた製造装置のごとく極めて限られたスペースしか確保できない製造装置においても、インラインで光変調反射率分光を行なうことができるようになった。特に、光ファイバーを利用しているので、光源57、58や光検出器59などを製造装置外に配置することができ、クラスタリングされた製造装置に適用することで、著効を発揮することができる。

【0049】また、光変調反射率分光などの光学的測定においては、従来の光学系に光ファイバーを組み込んでも十分感度を得られていなかったが、本実施形態の光ファイバー支持装置46～48を用いた場合には、十分高

い感度が得られる。

【0050】図10は、本実施形態における光変調反射率分光で得られる信号($\Delta R/R$)のスペクトルについて、本実施形態の装置と従来の光学系に光ファイバーを組み込んだ場合とを比較した図である。図10の縦軸は、励起光が照射されているときの測定光の反射率(R')から励起光が照射されていないときの反射率(R)を差し引いたものを、励起光が照射されていないときの反射率(R)で割って得られる反射率の変化割合($\Delta R/R$)を表し、横軸は測定光の波長である。つまり、図10は、測定光の波長を変化させて得られる反射率の変化割合($\Delta R/R$)のスペクトルを示している。

【0051】同図を参照するとわかるように、従来の装置による信号 S_{conv} では十分な信号強度が得られていないのに対し、本実施形態の装置による信号 S_{inve} は飛躍的に大きな信号強度を示し、測定精度も向上している。その結果、一貫した洗浄→ゲート絶縁膜形成を光学的に高精度に管理することにより、高品質でトラブルのない半導体装置の製造を進めることができる。

【0052】なお、本実施形態においては、各光ファイバー支持装置46、47を球面上で移動させるようにしたが、平面上で移動させるようにしてもよい。その場合、各光ファイバー支持装置46、47の傾き角 θ を変えなければ、両者間の距離の変更により被測定部の縦方向の位置を調整できる。また、両者の傾き角 θ の変更により被測定部の縦方向の位置を調整できる。

【0053】さらに、図7に示す構造において、球面部材45の光ファイバー支持装置46、47のスライド面の曲率半径をウェハ41の被測定部を中心とする球面の半径の値とはわざとずらせて、傾き角 θ と縦方向の焦点位置とを同時に調整できるようにしてもよい。

【0054】

【発明の効果】本発明の光ファイバー支持装置によれば、光学レンズを保持する円筒状のホルダーと光ファイバーの端部を固定する円筒状支持用部材との各円筒面に互いに係合するネジを設け、両部材の相対的な回転により、光学レンズの焦点位置を光ファイバーの端部に一致させることにより、光軸合わせに熟練や長時間の作業が不要な光学系を構成することができ、光ファイバーを利用したコンパクトで感度の高い光学的観測システムの提供を図ることができる。

【0055】本発明の半導体装置の製造装置によれば、ウェハの処理を行なう半導体装置の製造装置において、光ファイバーと、上記光ファイバー支持装置と、観測手段とを設けることにより、上述の光ファイバー支持装置を利用した半導体装置の製造工程中のインラインでの光学的観測を行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る光ファイバー支持装置の断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る光ファイバー支持装置の斜視図である。

【図3】本発明の第2の実施形態におけるプラズマ加工装置の断面図である。

【図4】第2の実施例におけるプラズマ加工装置での終点検出機能のウェハ処理枚数による低下度合いを従来の装置によるデータと比較する図である。

【図5】本発明の第3の実施形態におけるプラズマ加工装置の断面図である。

【図6】第3の実施形態に用いられる光ファイバー支持装置の断面図である。

【図7】本発明の第4の実施形態におけるチャンバーと球面部材に取り付けた光ファイバー支持装置との断面図である。

【図8】第4の実施形態におけるクラスタリングされた製造装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図9】第4の実施形態における球面部材に光ファイバー支持装置をスライドさせる機能を付加したときの構造を示す斜視図である。

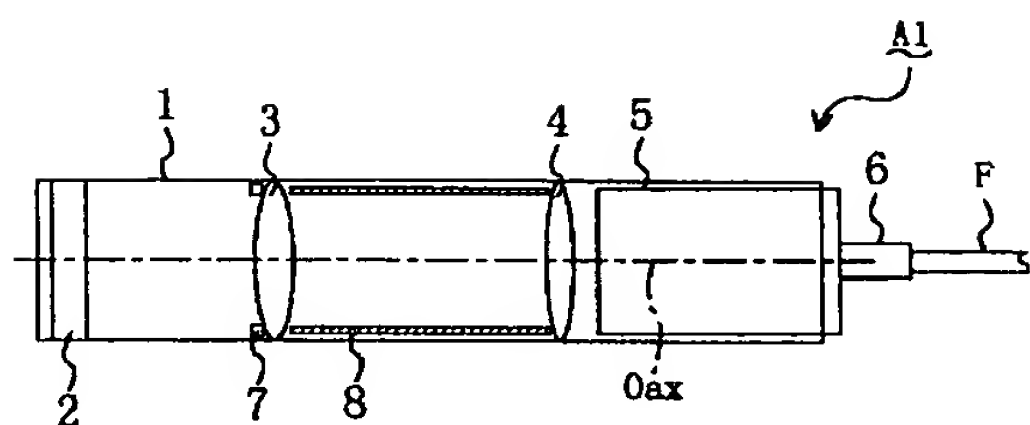
【図10】第4の実施形態における光学システムを用いて得られる変調反射率分光スペクトルを従来の光学的システムによるデータと比較して示す図である。

【符号の説明】

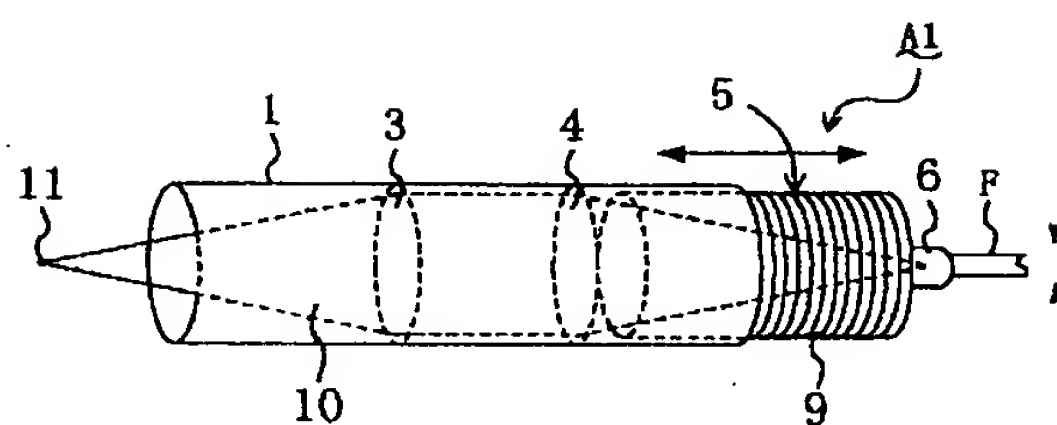
- 1 レンズホルダー部 (円筒状ホルダー)
- 2 光学フィルター
- 3 第1の光学レンズ
- 4 第2の光学レンズ
- 5 光ファイバー固定部 (円筒状支持部材)
- 6 ファイバーカップラー
- 7 リング
- 8 固定用部材
- 9 ネジ溝
- 10 光線
- 11 光源
- 21 チャンバー
- 22 ウェハ
- 23 高周波電源
- 24 カップリングコンデンサ
- 25 カソード電極
- 26 アノード電極
- 27, 28 石英窓
- 30 プラズマ領域
- 32 光ファイバー
- 33 光検出・解析装置
- 34 赤外線発生装置
- 35, 36 光ファイバー
- A 光ファイバー支持装置
- F 光ファイバー
- Oax 光軸
- Dep デポ膜

Inf 赤外線

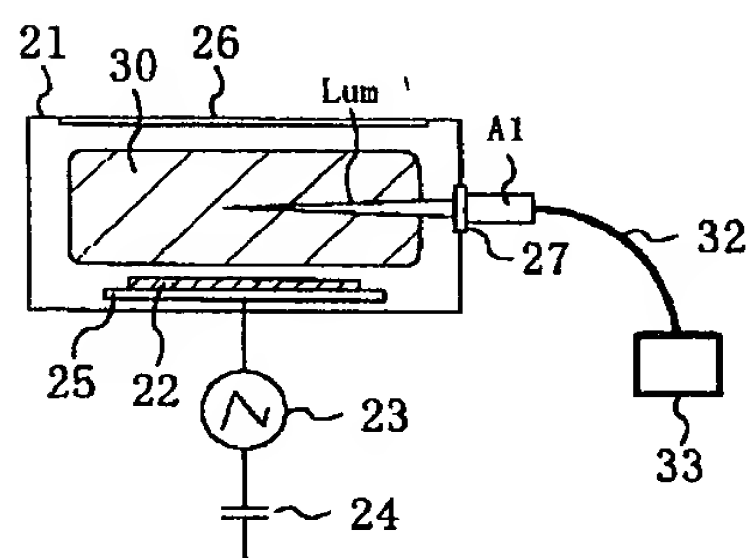
【図1】



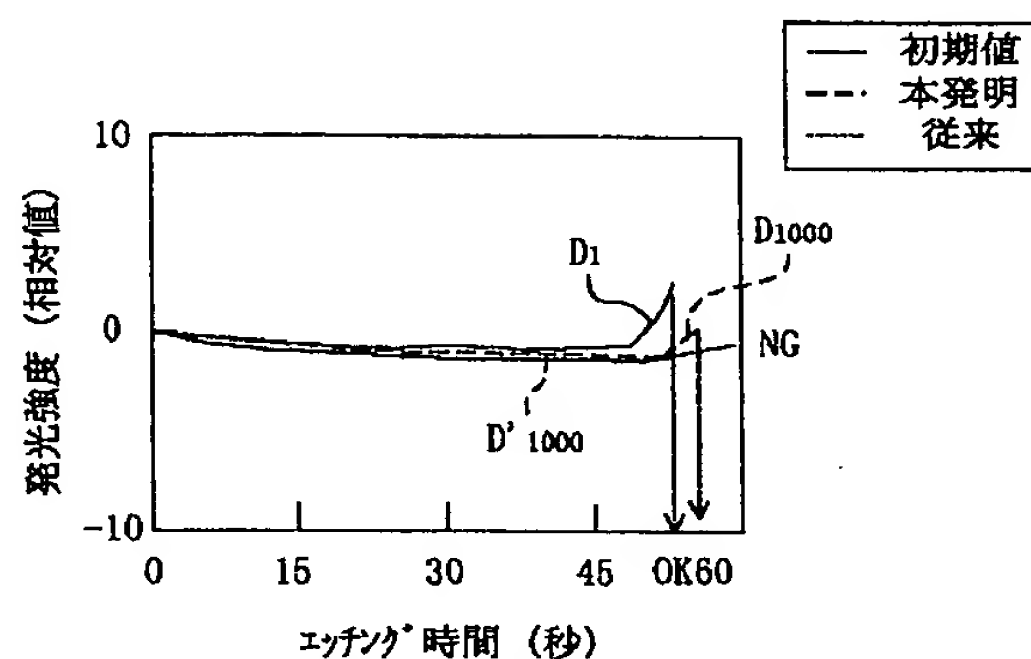
【図2】



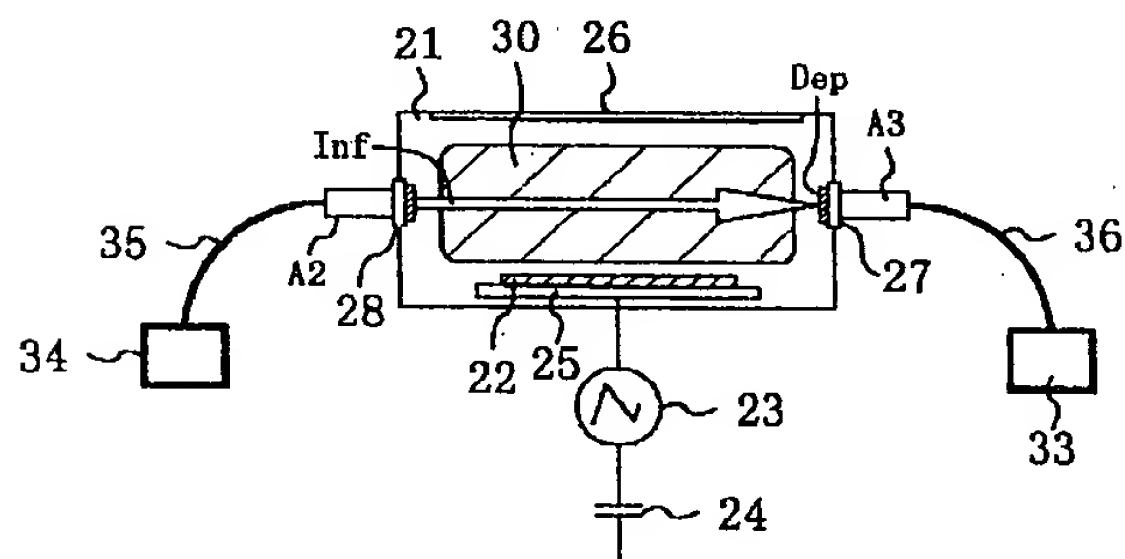
【図3】



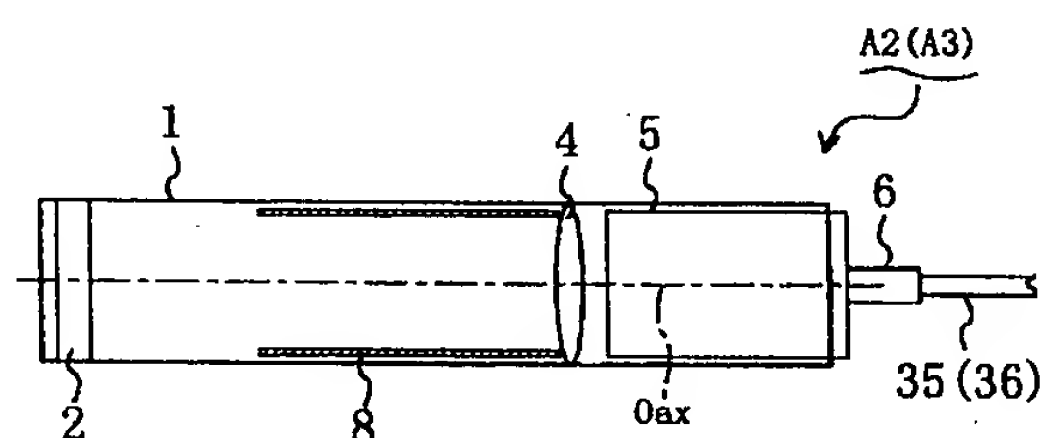
【図4】



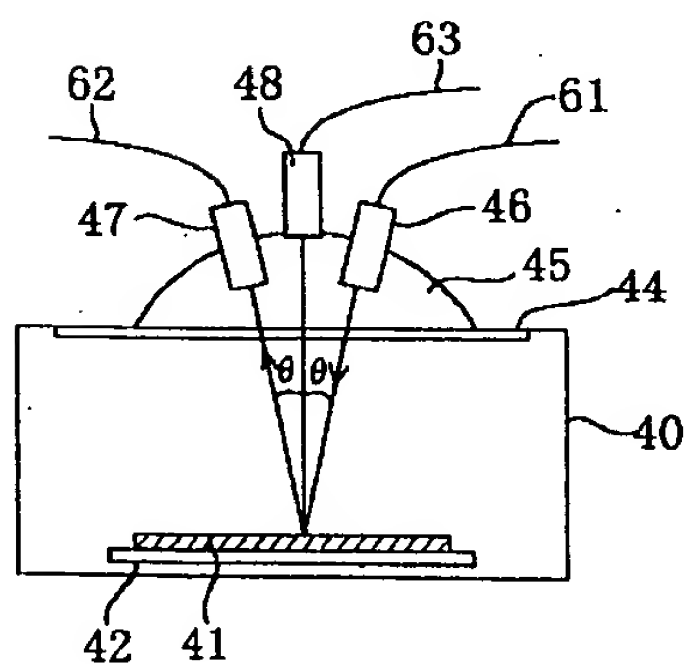
【図5】



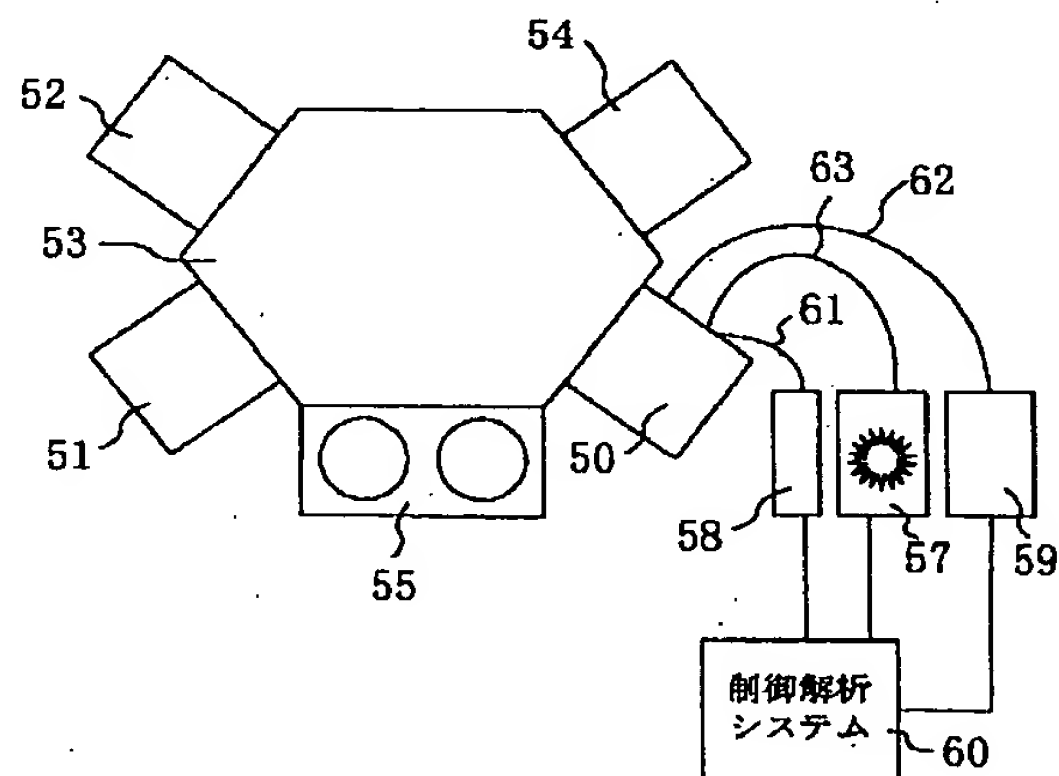
【図6】



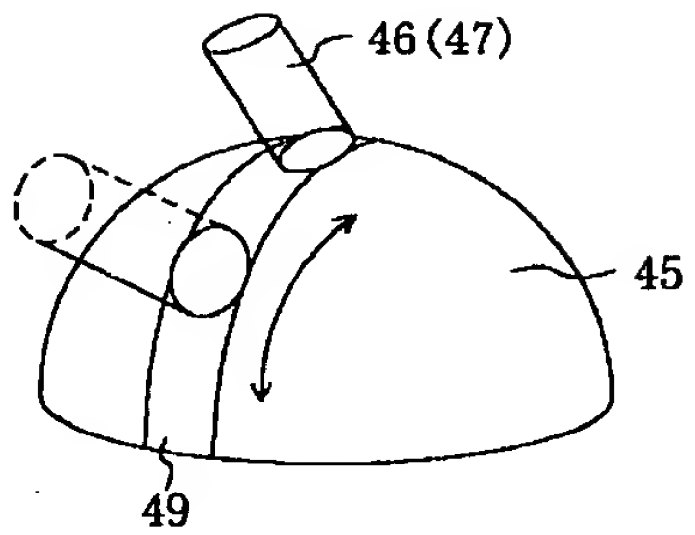
【図7】



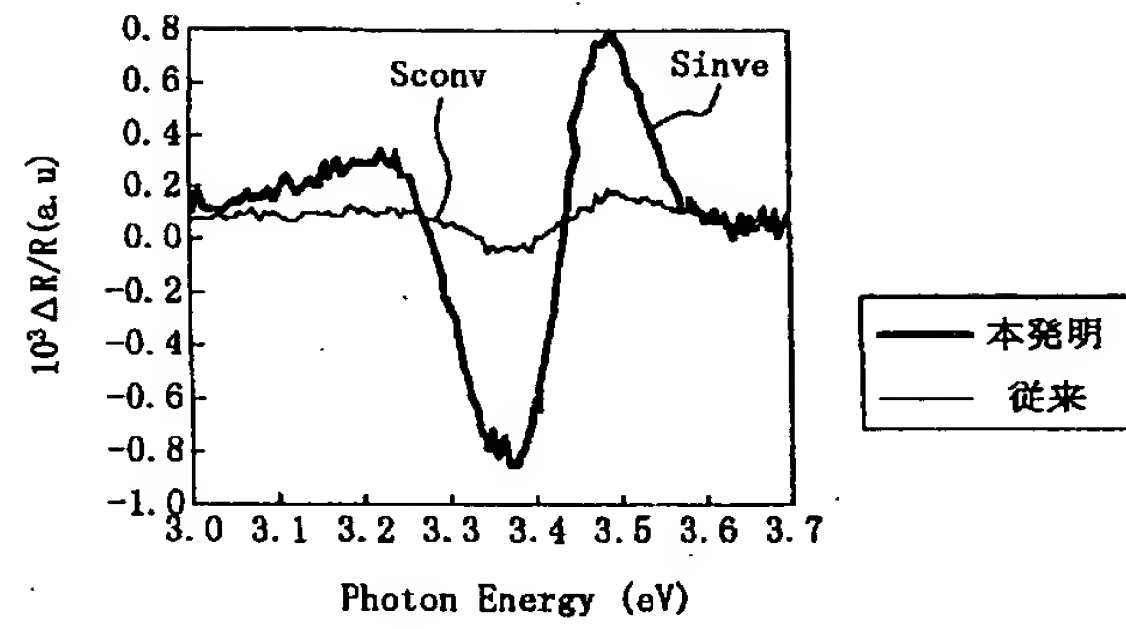
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H037 AA04 CA21 DA04 DA05 DA06
 4K057 DA20 DB06 DD03 DE01 DE11
 DJ02 DJ03 DJ07 DM02 DM03
 DN01
 5F004 AA16 BA04 BA09 CA06 CB02
 DA00 DA04
 5F045 DP01 DP02 DQ10 EH13 EH14
 GB08 GB10